

明細書

フレネルレンズシートおよび透過型スクリーン技術分野

本発明は、プロジェクションテレビ（P T V）などに用いられる透過型スクリーンにおけるフレネルレンズシート、およびこれを用いた透過型スクリーンに関する。さらに具体的には、背面側から光を急角度に入射させるタイプのプロジェクションテレビにおいて好適に用いることができるフレネルレンズシート、およびこれを用いた透過型スクリーンに関する。

背景技術

例えば、特開昭60-173533号公報や、特開昭61-208041号公報には、図7に示すような、入射面71に平行な多数のプリズム群72を設けるとともに当該プリズム群72を構成する個々のプリズム73に全反射面74を設けることにより、入射した光を全反射させて観察者側に出射するように構成されたフレネルレンズシート70が開示されている。

フレネルレンズシートをこのように構成することにより、当該フレネルレンズシート70の入射面側に設置された光源から光（像）を急角度で投影することができ、その結果、プロジェクションテレビを薄型化することが可能となる。

しかしながら、このようなフレネルレンズシートにおいては、図7の矢印Vに示すようにプリズムに入射した光の中には全反射面74に到達することなく、フレネルレンズシートの出射面で全反射してしまう光（以降では、この光を「迷光」と呼ぶ場合がある。）が生じる場合があった。このような「迷光」が生じると、像が二重に見えてしまったり（二重像、ゴースト）、コントラストが低下したりする。

すなわち図8に示すように、このようなフレネルレンズシート70の入射面71に光80が入射した場合、フレネルレンズシート70の出射面75から理想的

な光 80A が射出する一方、フレネルレンズシート 70 の射出面 75 から 2 重像を生む光 80B も射出してしまう。

この「迷光」に帰因する問題を解決するために、例えば、特開昭 62-113131 号公報には、プリズムの全反射面に到達しない光、つまり「迷光」を拡散させることによりぼかしてしまう発明が開示されている。

しかしながら、当該発明では、迷光により生じる二重像を見えにくくしたり薄くすることは可能であっても、迷光は拡散しているものの存在していることには変わりないため、コントラストの低下を防止することは不可能である。

また、例えば、特開昭 63-139331 号公報、特開昭 63-30835 号公報、特開昭 63-32528 号公報、さらには特開平 5-72634 号公報などには、全反射面で反射した光（像）が透過しない部分に光吸收層を設けることで、迷光を吸収してしまう発明が開示されている。

しかしながら、当該発明においては、個々のプリズムと光吸收層との位置関係を厳密に整合させて形成する必要がある。なぜなら、これらの位置がずれると観察者が観察すべき像（光）が吸収されてしまう場合が生じるためである。したがって、当該発明に開示されているフレネルレンズシートを製造することは現実的には非常に困難である。また、この発明によつても、迷光自体は生じているため、その分だけ有効光が失われていることになる。

発明の開示

本発明は、このような状況においてなされたものであり、上述したような従来のフレネルレンズシートのように、一度生じた迷光について対応するのではなく迷光そのものを生じさせることのないフレネルレンズシートを提供することを主たる目的とするとともに、これを用いた透過型スクリーンを提供することも課題とする。

本発明は、光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から射出するフレネルレンズシートにおいて、各々が、複数のプリズムを有する複数のプリズム群を備え、各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から射出する全反射面を有し、フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所

定領域と、その他の領域とに区画され、所定領域内のプリズムはその高さが他の領域のプリズムの高さより高いことを特徴とするフレネルレンズシートである。

従来から問題となっている、いわゆる「迷光」は、プリズムに入射した光のうちのある光が全反射面に到達しないことにより生じるものであり、プリズムに入射する光の入射角と全反射面との位置関係により生じるものである。したがって、一枚のフレネルレンズシートの光入射面に形成されるプリズム群においても、当該プリズム群を構成する個々のプリズム全てにおいて迷光が生じているのではなく、フレネルレンズシートと光源との位置関係により、つまりそれぞれのプリズムとそれに入射する光の入射角との関係により、フレネルレンズシートのある所定の位置においてのみ迷光は生じる。

このような状況において、本発明のフレネルレンズシートによれば、前記迷光が生じる所定の領域に設けられたプリズムの高さが、他の領域におけるプリズムの高さよりも高いので迷光が生じることを防止することができる。つまり、当該所定の領域内に存在する任意のプリズムを考えた場合、このプリズムが従来のフレネルレンズシートのように他の領域のプリズムと同じ高さだとしたら、当該プリズムには入射せずに、当該プリズムよりも奥に存在するプリズム（当該プリズムよりも光源から遠いプリズム）に入射して迷光となってしまう光を、本発明の場合は、当該プリズムの高さが高いので、当該プリズムよりも奥に存在するプリズムではなく、当該プリズムに入射させることができ、その結果、当該プリズムに形成されている全反射面において全反射させることができる。

本発明は、更に所定領域内のプリズムは、その幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とすることを特徴とするフレネルレンズシートである。

本発明は、光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートにおいて、各々が、複数のプリズムを有する複数のプリズム群を備え、各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、所定領域内のプリズムは、その幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とするフレネルレンズシートである。

本発明のフレネルレンズシートによれば、前述したように迷光が生じる所定の領域に設けられたプリズムの幅が、他の領域におけるプリズムの幅よりも狭いので迷光を防止することができる。つまり、当該所定の領域内に存在する任意の一つのプリズムを考えた場合、当該プリズム幅が従来のフレネルレンズシートのように他の領域のプリズムの幅と同じだとしたら、当該一のプリズムには入射せずに、当該一のプリズムよりも奥に存在するプリズム（当該一のプリズムよりも光源から遠いプリズム）に入射して迷光となってしまう光を、本発明の場合は、当該一のプリズムとその奥に存在するプリズムの幅が狭い（つまりプリズム間のピッチが狭い）ので、当該一のプリズムよりも奥に存在するプリズムではなく、当該一のプリズムに入射させることができ、その結果、当該一のプリズムに形成されている全反射面において全反射させることができる。

本発明は、更にフレネルレンズシートの光入射面の所定領域は、光源から当該光入射面に入射する光の角度が $35\sim45^\circ$ の領域であることを特徴とするフレネルレンズシートである。

フレネルレンズシートの光入射面に入射する光の角度が $35\sim45^\circ$ の領域は特に迷光が生じやすいため、この領域に形成されているプリズムを他の領域に形成されているプリズムより高くまたは狭く形成することにより、効率よく迷光の発生を防止することができる。

本発明は、更に所定領域においてプリズムの高さは、光源側の方向に向かって漸次高くなっていることを特徴とするフレネルレンズシートである。

この発明によれば、より確実に迷光の発生を防止することができる。

本発明は、更に所定領域においてプリズムの幅は、光源側の方向に向かって漸次狭くなっていることを特徴とするフレネルレンズシートである。

この発明によっても、より確実に迷光の発生を防止することができる。

本発明は、更に各プリズムは同一の頂角を有することを特徴とするフレネルレンズシートである。

本発明は、フレネルレンズシートを有する透過型スクリーンにおいて、フレネルレンズシートは、光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートであって、光入射面には複数

のプリズムを備え、各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、所定領域内のプリズムはその高さが他の領域のプリズムの高さより高いことを特徴とする透過型スクリーンである。

本発明は、フレネルレンズシートを有する透過型スクリーンにおいて、フレネルレンズシートは、光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートであって、光入射面には複数のプリズムを備え、各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、所定領域内のプリズムはその幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とする透過型スクリーンである。

本発明によれば、スクリーンを構成するフレネルレンズシートにおいて迷光が生じることがないため、二重像（ゴースト）が発生することがなく、コントラストが良好なスクリーンを提供することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施形態にかかるフレネルレンズシートの厚さ方向の断面図である。

図2は、本発明の第2実施形態にかかるフレネルレンズシートの厚さ方向の断面図である。

図3は、本発明のフレネルレンズシートにおいて所定の領域の境界に位置するプリズムの厚さ方向の拡大断面図である。

図4は、本発明のフレネルレンズシートにおける所定領域を説明するための図である。

図5は、フレネルレンズシートの一般的な使用態様を示す概略斜視図である。

図6は、本発明の透過型スクリーンの一形態の断面図である。

図7は、従来のフレネルレンズシートの厚さ方向の断面図である。

図8は、迷光が生じる原理を示す図である。

図9は、本発明の透過型スクリーンの他の形態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明のフレネルレンズシートおよびこれを用いた透過型スクリーンについて図面を適宜用いながら具体的に説明する。

図1は、本発明の第1実施形態にかかるフレネルレンズシートの厚さ方向の断面図である。

図1に示す本発明のフレネルレンズシート10は、光入射面11と光出射面15とを有し、光源51からの光が光入射面11に入射して光出射面15から出射するようになっている。このフレネルレンズシート10は光入射面11側に設けられた複数のプリズム群12を備えている。個々のプリズム13a-13fには、入射した光を全反射して観察者側に出射するための全反射面14a-14fが形成され、またプリズム13a-13fは、略同一の頂角16を有している。そして、本発明のフレネルレンズシート10は、光入射面11の光源51側の所定領域（図1中の符号a出示す部分）におけるプリズム（図1においては、13f）の高さが、他の領域a'におけるプリズム（図1においては、13a～13e）の高さよりも高いことを特徴とする。

ここでプリズム13a-13fの高さとは、個々のプリズム13a-13fをフレネルレンズシート10の厚さ方向で見たときの、プリズム13a-13fの頂点17からフレネルレンズシートの光出射面15までの距離のことをいう（図1参照）。

尚、所定の領域aに点線で記載したプリズム（符号13f'）は、所定の領域a以外の領域a'におけるプリズム（図1においては、13a～13e）と同じ高さのプリズムである。これは、本発明の特徴を分かりやすくするために補助的に記載したものであり、本発明の実際のフレネルレンズシート10にはこのようなプリズムは存在しない。

まず、本発明のフレネルレンズシート10によれば迷光の発生を防止することができる理由について説明する。

図1の下方に光源51がある場合を考える。

この場合において、光源 5 1 から遠い位置に存在するプリズム（例えばプリズム 1 3 b）においては、光（矢印 W、X）が急角度でフレネルレンズシート 1 0 に入射するので、プリズム 1 3 b に入射した光（矢印 W、X）の全てが全反射面 1 4 b に到達して観察者側に出射するため迷光が生じることはない。

次に、光源 5 1 から近い位置に存在するプリズムを考える。従来のフレネルレンズシート、つまりプリズム群 1 2 を構成する個々のプリズム 1 3 a - 1 3 f の高さが全て等しい場合においては、例えば、光源 5 1 に近い位置に存在するプリズムとして、図 1 に波線で示す 1 3 f' を考えた場合、光（矢印 Y、Z）が比較的緩やかな角度でプリズム 1 3 e に入射することになる。このため、今注目しているプリズム 1 3 e に光源 5 1 に近い側で隣接するプリズム（図 1 においては 1 3 f'）の頂点 1 7 から遠くを通過する光（矢印 Y）は、プリズム 1 3 e に入射すると当該プリズム 1 3 e に設けられた全反射面 1 4 e に到達して観察者側に出射する。一方、光源 5 1 に近い側で隣接するプリズム 1 3 f' の頂点 1 7 近傍を通過する光（矢印 Z）は、プリズム 1 3 e に入射しても全反射面 1 4 e に到達することができず、そのまま迷光となってしまう（矢印 Z'）。

このような場合において、本発明のフレネルレンズシート 1 0 によれば、上述のよう迷光が生じる部分、つまり図 1 に示す所定領域 a に存在するプリズム（1 3 f）の高さがその他の領域のプリズム（1 3 a ~ 1 3 e）よりも高くなっているため、従来ならば迷光となるはずの光（矢印 Z'）は、プリズム 1 3 e ではなく、これよりも光源側に存在するプリズム 1 3 f に入射することとなる。この場合、Z に示すように、プリズム 1 3 f に設けられた全反射面 1 4 f に到達して観察者側に出射するようになる。従って、本発明のフレネルレンズシート 1 0 においては迷光が生じることがない。

つまり、本発明のフレネルレンズシート 1 0 は、プリズムの高さを高くすることにより、従来のフレネルレンズシートであれば迷光となってしまう光（Z'）を本来入射するプリズムより手前のプリズム（つまり、より光源に近い側のプリズム）に入射させて迷光の発生を防止しているのである。

本発明の第1実施形態にかかるフレネルレンズシートにおける所定の領域aとはどのような領域なのか、また当該所定の領域aにおけるプリズムの高さはどのくらいなのか、等の詳細については後述する。

図2は、本発明の第2実施形態にかかるフレネルレンズシートの厚さ方向の断面図である。

図2に示す本発明のフレネルレンズシート20は前述した図1に示すフレネルレンズシート10と同様に、光入射面21と光出射面25とを有し、光入射面21にプリズム群22が形成されている。

当該プリズム群22を構成する個々のプリズム23a～23fには、入射した光を全反射して観察者側に出射するための全反射面24a～24fが形成されている。そして、本発明のフレネルレンズシート20は、光入射面21の所定の領域（図2中の符号bで示す部分）におけるプリズムの（図2においては、23f）の幅が、他の領域b'におけるプリズム（図2においては、23a～23e）の幅よりも狭いことを特徴とする。また図2においてフレネルレンズシート20のプリズム23a～23fは、頂点27と頂角26とを有し、各プリズム23a～23fの頂角26は略同一となっている。

ここで、プリズムの幅とは、個々のプリズム23a～23f間に存在する谷部（プリズムの境界）28からプリズム23a～23fを挟んで隣の谷28までの距離をいう（図2参照）。このプリズムの幅は、基本的にプリズム23a～23fの頂点27間の距離（ピッチ）に対応している。

なお、所定の領域bに点線で記載したプリズム（符号23f'）は、所定の領域B以外の領域b'におけるプリズム（図2においては、23a～23e）と同じ幅のプリズムである。これは、本発明の特徴を分かりやすくするために補助的に記載したものであり、本発明の実際のフレネルレンズシート20にはこのようなプリズムは存在しない。

まず、本発明のフレネルレンズシート20によれば迷光の発生を防止することができる理由について説明する。

前述の図1と同様に図2の下方に光源51がある場合を考える。

この場合において、光源 5 1 から遠い位置に存在するプリズム（例えばプリズム 2 3 b）においては、前記図 1 において説明したのと同様に、光（矢印 W、X）が急角度で入射するので、プリズム 2 3 b に入射した光（矢印 W、X）の全てが全反射面 2 4 b に到達して観察者側に出射するため迷光が生じることはない。

次に光源 5 1 から近い位置に存在するプリズムを考えると、従来からのフレネルレンズシートにおいては、前記図 1 で説明したようにプリズム 2 3 e において迷光（矢印 Z'）が生じる。

このような場合において、本発明のフレネルレンズシート 2 0 によれば、上述のように迷光が生じる部分、つまり図 2 に示す所定領域 b に存在するプリズム（2 3 f）の幅がその他の領域 b' のプリズム（2 3 a～2 3 e）の幅よりも狭くなっているため、従来ならば迷光となるはずの光（矢印 Z'）は 2 3 f に入射することとなり、矢印 Z に示すように、プリズム 2 3 f に設けられた全反射面 2 4 f に到達して観察者側に出射するようになる。従って、本発明のフレネルレンズシート 2 0 においては迷光が生じることがない。

つまり本発明のフレネルレンズシート 2 0 は、所定領域 b のプリズム 2 3 f の幅を狭くする、すなわち個々のプリズム間のピッチを狭くすることにより、従来のフレネルレンズシートであれば迷光となってしまう光（Z'）を本来入射するプリズムより手前のプリズム（つまり、より光源 5 1 に近い側のプリズム 2 3 f）に入射させて迷光の発生を防止しているのである。

要するに、本発明のフレネルレンズシート（1 0、2 0）は、上記第 1 実施形態、第 2 実施形態により明らかかなように、ある任意のプリズム（1 3 e）において当該プリズムに入射した光（Y、Z）のうち、全反射面に到達しない光がある場合には、当該プリズム（1 3 e）よりも光源 5 1 に近い側で隣接する他のプリズム（1 3 f）の高さを当該プリズム（1 3 e）よりも高くする。又は、当該プリズム（2 3 e）よりも光源 5 1 に近い側で隣接する他のプリズム（2 3 f）とのピッチを通常の部分のプリズムのピッチよりも狭くすることによって、当該プリズム（2 3 e）自体の幅を狭くする。このことによって前記全反射面に到達しない光（Z'）を全記他のプリズム（1 3 f、2 3 f）に入射せしめ、全反射面（1 4 f、2 4 f）へ到達させ、迷光の発生を解消していることができる。

次に、このような本発明のフレネルレンズシートにおいて、所定の領域 a、b に存在するプリズムの高さ、及びプリズムの幅、すなわちプリズムのピッチについて詳細に説明する。

図 3 は、本発明のフレネルレンズシートにおいて、所定の領域 a の境界に位置するプリズムの厚さ方向の拡大断面図である。

図 3 に示すプリズム①は、所定領域の外に存在するプリズムであり、プリズム②は所定領域内に存在するプリズムである。この場合において、プリズム①において迷光が生じる場合に、プリズム②の高さをどの程度高くするか、またプリズム②の幅をどの程度狭くするかについて説明する。

光源からプリズム①へ入射する光の角度を θ_1 とする。そうすると、図示する入射光 α がプリズム①における全反射面で反射することができる限界の光であり、この入射光 α よりもプリズム②側を通過する光、つまり図中の線分 HD と線分 KD を通過する入射光はプリズム①の全反射面には到達することはできず、迷光となる。

従って、本発明のフレネルレンズシートにおいては、線分 HD と線分 KD を通過する入射光をプリズム②に入射させればよく、従って、(1) プリズム①より光源側に存在するプリズム②の高さを線分 HD の長さだけ高くするか、(2) プリズム①の幅を線分 KD の長さだけ狭くすれば(つまりプリズム②の頂点の位置を点 K にシフトさせれば) よい。このとき、プリズム①の頂点とプリズム②の頂点間のピッチは線分 KD の長さだけ狭くなる。

また、本発明のフレネルレンズシートにおいては、前記(1)(2)をそれぞれ単独で行うのではなく、(3) プリズム②の高さを高くしつつ、その幅を狭くすることも可能である。この場合、プリズム②の頂点が線分 HK 上に位置するようすればよい。

それぞれの線分の長さは以下の数式により算出することができる。

線分 HD は線分 HI から h を引けば求めることができる。h は、下記の(数 1) 式で算出することができる

【数 1】

$$h = \frac{\tan \phi \cdot \tan(\pi - \phi - \delta)}{\tan \phi + \tan(\pi - \phi - \delta)} p$$

次に線分 H I は線分 H G と線分 G I の和であるから、線分 G I を求めるために、
 $\triangle A F C$ について考えると、 $\angle F A C = \gamma + \theta_3$ であるから、s は、下記の（数
2）式で算出することができる。

【数 2】

$$G I = s = \frac{\tan(\pi - \phi - \delta) \cdot \tan(\gamma + \theta_3)}{\tan(\pi - \phi - \delta) + \tan(\gamma + \theta_3)} p$$

次に、 $\triangle H G F$ を考えると、下記の（数 3）式を導くことができる。

【数 3】

$$H G = F G \cdot \tan(\gamma + \theta_2) = (J C + C I) \cdot \tan(\gamma + \theta_2)$$

ここで、線分 J C と線分 C I は、それぞれ下記の（数 4）式および（数 5）式
により求めることができる。

【数 4】

$$J C = \frac{\tan(\theta_3 + \gamma)}{\tan(\theta_3 + \gamma) + \tan(\pi - \phi - \delta)} p$$

【数 5】

$$C I = \frac{\tan(\pi - \phi - \delta)}{\tan \phi + \tan(\pi - \phi - \delta)} p$$

ここで、 $\gamma = \theta_1 - \phi - \pi/2$ 、 $\theta_2 = \pi - \theta_1 - \phi - \delta$ 、 $\theta_3 = \arcsin(\sin \theta_2 / n)$ である。

よって、上記（数 4）式および（数 5）式を（数 3）式へ代入することにより
線分 H G を算出することができる。また上記（数 2）式と（数 3）式の和より（
数 1）式の h を引くことで線分 H D を求めることができる。

【数 6】

$$H D = H G + G I - h$$

次に、線分KDは、 $\triangle HGF$ と $\triangle HDK$ が相似であることを利用すれば、下記の（数7）式により算出することができる。

【数7】

$$KD = HD \cdot FG / HG$$

ところで、図3および上記数式を用いて説明した本発明の特徴（プリズム②の高さ及び幅）は、所定の領域aの境界に存在するプリズム①を基準に算出したものである。従って、例えば図3に示すプリズム②に隣接し、さらに光源に近い側に存在するプリズム（ここではプリズム③とする。）の大きさ及び幅は、プリズム②を基準に算出することができる。つまり、図3を用いて説明すれば、プリズム①の高さと幅を基準としてプリズム②の高さと幅を算出し、さらに算出されたプリズム②の高さを基準としてプリズム③の高さと幅を算出してもよい。このようにして、順次、所定領域a内に存在するプリズムの高さと幅を算出してフレネルレンズシートを形成した場合、結果的には所定領域a内に存在するプリズムは漸次高くなり、又は漸次幅が狭くなっていくことになるが、このようなフレネルレンズシートも本発明のフレネルレンズシートの一態様である。

次に、本発明のフレネルレンズシートにおける所定領域について説明する。本発明のフレネルレンズシートにおける所定領域a、bとは、前記図1や図2において説明した迷光が生じ得る領域をいう。迷光が生じ得る領域は、光源とフレネルレンズシートとの位置関係、さらにはフレネルレンズシートの光入射面に形成されているプリズムの形状等により決定される領域であるが、光源からの光がフレネルレンズシートの光入射面に入射する角度が比較的緩やかな領域であるといえる。

当該所定領域a、bは、プリズムの先端角度とプリズムの屈折率に依存し、したがって光学設計が可能となる。これについて図4を用いて以下に説明する。

図4に示すように、本発明で使用する全反射タイプのフレネルレンズのレンズ角度φは、入射角度を θ_1 、フレネルレンズの材料の屈折率をn、プリズムの第2の面で反射後のフレネルレンズシートの法線に対する映像光が進む角度を θ_4 、プリズムの先端角度をδとすると、次式（数8）で表される。

【数8】

$$\tan \phi = \frac{(n \times \sin(\delta + \theta_4) + \sin(\delta + \theta_1))}{(n \times \cos(\delta + \theta_4) - \cos(\delta + \theta_1))}$$

また、観察側の光出射面 4 6 が平坦面とすると、フレネルレンズシートから出射する光線の出射角 θ_5 とシート内での映像光の進む角度 θ_4 との間には、下記式（数 9）が成立する。

【数 9】

$$\sin \theta_4 = \sin \theta_5 / n$$

但し、 $\gamma = \phi + \delta - \pi / 2 \geq 0$ である。 γ が負の時は、プリズムの第 1 の面 4 4 の形状が逆テーパーになってフレネルレンズおよびフレネルレンズ成型型が事实上製造できなくなるからである。そのため、設計上 $\gamma < 0$ となる部分では、プリズムの第 1 の面 4 4 を垂直とし、プリズム先端角 δ を変化させて、フレネルレンズ角 ϕ を決定する。この時のフレネルレンズ角度 ϕ は次式（数 1 0）により計算することができる。

【数 1 0】

$$\phi = \{\arcsin(\cos \theta_1 / n) + \theta_4 + \pi / 2\} / 2$$

次に、入射光線が迷光となる部分が存在する領域と迷光が存在しない領域との境界の位置について、第 1 の面 4 4 から入射して、丁度プリズムの谷部 A へと屈折する映像光 1 0 0 について考察する。プリズムの第 1 の面 4 4 への入射角度を θ_2 、プリズムの第 1 の面の屈折角度を θ_3 、フレネルレンズのレンズピッチ（プリズムのピッチ）を p 、プリズムの第 2 の面 4 5 で全反射し好適に利用できる部分 B-K を e_1 、プリズムの第 2 の面 4 5 で全反射できずに迷光になる部分 K-D を e_2 、プリズムの高さを h 、プリズムの第 1 の面の迷光となる部分と有効な部分の境界の高さを s とすると、有効な部分 e_1 は、以下の式（数 1 1）で表される。

【数 1 1】

$$\begin{aligned} e_1 &= (h - s) \times (\tan \gamma + \tan \theta_1) \\ &= (h - s) \times (\tan(\phi + \delta - \pi / 2) + \tan \theta_1) \end{aligned}$$

ここで、プリズムの高さ h と、プリズムの第 1 の面の迷光となる部分と有効な部分の境界の高さ s は、それぞれ、（数 1 2）（数 1 3）の式の通りである。

【数12】

$$h = p \times \tan(\phi + \delta) \times \tan\phi / (\tan(\phi + \delta) - \tan\phi)$$

【数13】

$$s = -p \times \tan(\phi + \delta) / (1 + \tan(\phi + \delta) \times \tan(\phi + \delta + \theta_3))$$

また、 $\theta_3 = \arcsin[\sin(\theta_1 + \phi + \delta) / n]$ である。

図4において、 $P = e_1 + e_2$ で明らかに $e_1 \leq P$ である。有効部の比 e_1 / P は入射角度 θ_1 が大きい程大きくなり、あるところで $e_1 = P$ となる。この $e_1 = P$ となる入射角度 θ_1 より入射角度が大きいところでは、プリズムの第1の面44より入射し、第2の面45で全反射しないで観察側の面に向かう迷光となる光が存在しない領域となる。

次に、入射光線が迷光となる部分が存在する領域での1つのプリズム内での入射光線が迷光となる部分と有効な光となる部分の領域との境界の位置について、図4に基づいて説明する。映像光100は、既に説明したように、第1の面44から入射して、丁度プリズムの谷部Aへと屈折する光である。映像光100Cは、映像光100と平行光線でプリズムの頂点Dぎりぎりを通過し第1の面44から入射して、第2の面45で全反射できずに迷光101となる光である。従って、第1の面B-Cの中でF-T部分が迷光となる部分である。第1の面B-Cの中で、B-Fは、有効な光となる部分で、F-Tが迷光となる部分で、T-Cが映像光が入射しない部分である。

図5は、フレネルレンズシートの一般的な使用態様を示す概略斜視図である。光源51（例えば、プロジェクタ）とフレネルレンズシート50とを図5に示すような位置関係とし場合には、光源51に最も近い部分（図中の符号50A参照）において、フレネルレンズシート50の光入射面に入射する角度が比較的緩やかになるため、当該部分が本発明の所定領域となる。通常の場合、フレネルレンズシートの光入射面に入射する光の角度（図3の符号 θ_1 参照）が35～45°の領域において迷光が生じやすく、従って当該領域を本発明の所定の領域としてもよい。

図5からも明らかなように、通常の場合、フレネルレンズシート50において迷光が生じ得る部分は非常に狭い領域であり、従って上述のごとく当該領域内の

プリズムを漸次高くしたとしても、フレネルレンズシート全体の厚さに大きな影響を与えることはない。

本発明のフレネルレンズシートの材質や製造方法等については、特に限定されることはなく、従来公知の材質や製造方法により製造することができる。

例えば、フレネルレンズシートの材質としては、アクリル樹脂、スチレン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン樹脂や、これらの共重合樹脂などの透明プラスチックを挙げることができ、製造方法としては、UV成形、プレス成形、熱重合成形、射出成形などの方法を挙げることができる。

図6は、上述してきた本発明のフレネルレンズシートを用いた本発明の透過型スクリーンの一実施形態の断面図である。

図6に示すように、本発明の透過型スクリーン60は、本発明のフレネルレンズシート61を用いるとともに、拡散層62と光吸收層63とを有するレンチキュラーレンズシート64、さらにフロントパネル65等を適宜用いて形成することができる。

また、図9に示すように透過型スクリーン60として、本発明のフレネルレンズシート61と、このフレネルレンズシート61と別体に設けられたレンチキュラーレンズシート64とを有するものを用いてもよい。このような透過型スクリーン60において、光源51からの光がフレネルレンズシート61に入射する。

図9において、フレネルレンズシート61の出射面は平面である必要はなく、Vレンチやプリズム等が形成されていてもよい。

以下に、本発明のフレネルレンズシートについて、実施例を挙げて説明する。

[実施例1]

画面サイズ55"（16:9）、投射距離340mm、スクリーン面に対して光源の位置が画面下端より280mm下方に存在している背面投射型テレビ用のスクリーンを下記のようにして作製した。このテレビセットの下端中央部への入射光の角度は40°、上端隅への入射光の角度は、73.4°である。

全反射タイプのフレネルレンズ用の金型を38°の先端角を有するバイトにより切削加工して作成した。フレネルピッチは0.1mmである。最小切削半径が280mm、その時のレンズ角度が63.1°、最大切削半径が1150mm（

有効部 1141 mm)、その時のレンズ角度が 49.8°である。画面下端付近での迷光を防止するため、迷光が発生する半径 280 mmから 348 mmの間、順次プリズムをフレネルレンズシートの中心に近いプリズムほど深く切削した。その結果、半径 280 mmとなる下端中心部では、半径 348 mm以上の部位に比べて、7.55 mm深く切削された。

一方の面に、前記全反射フレネルレンズ型を、他方の面にV溝と凸曲面状出射部とから構成されるレンチキュラーレンズ型を用いた重合セルを形成し、セル内に光拡散性微粒子を分散させたアクリル・スチレン共重合体系のプレポリマー（硬化後の屈折率 1.57）を注入し、熱重合キャスト法で背面投射型スクリーンを形成した。形成した背面投射型スクリーンのレンチキュラーレンズ側のV溝に吸光性微粒子を分散させた低屈折率樹脂を充填して、背面投射型スクリーンとした。

[比較例 1]

全反射フレネルの半径 280 mmから 348 mmの間も同一のレンズ高さとしたほかは、実施例 1 と同一の背面投射型スクリーンを作成した。

(実施例 1 と比較例 1との比較)

実施例 1 と比較例 1 の背面投射型スクリーンを TV セットに実装して比較評価した。比較例 1 の背面投射型スクリーンでは、画面下部にゴーストが観察されたが、実施例 1 の背面投射型スクリーンではそれが観察されなかった。

[実施例 2]

画面サイズ 60" (4:3)、投射距離 420 mm、スクリーン面に対して光源が画面下端より 420 mm 下に存在する背面投射型テレビ用のスクリーンを下記のようにして制作した。このテレビセットの下端中央部への入射光の角度は 45°、上端隅への入射光の角度は、74°である。

全反射タイプのフレネルレンズ用の金型を 38°の先端角を有するバイトにより切削加工して作成した。フレネルピッチは 0.1 mmである。画面下端付近での迷光を防止するため、迷光が発生する半径 420 mmから 432 mmの間、そのプリズムへの入射光に垂直な方向に順次プリズムを深くかつピッチが小さくなる方向に切削した。その結果、半径 420 mmとなる下端中心部では、ピッチが

0.045mmとなり、432mm以上の部位に比べて、0.055mm深く形成された。

前記全反射フレネルレンズ型に、硬化後の屈折率が1.55のUV硬化型樹脂を注入し、厚さ1mmのアクリル基材を被せ、UVを照射して硬化させ全反射フレネルレンズシートを形成した。

一方、0.2mmのPETフィルムの片面に断面台形状のレンチキュラーレンズが形成され、台形形状の形状間のV溝に吸光性微粒子を分散させた低屈折率樹脂を充填したレンチキュラーレンズフィルムと、板厚1.5mmのアクリル基材中に光拡散性微粒子を混入した支持板を用意し、前記全反射フレネルレンズシート、レンチキュラーレンズフィルム、支持板を順に積層して背面投射型スクリーンを形成した。

[比較例2]

全反射フレネルの半径420mmから432mmの間も同一のレンズ高さ及び同一のレンズピッチとしたほかは、実施例2と同一の背面投射型スクリーンを作成した。

(実施例2と比較例2の比較)

実施例2と比較例2の背面投射型スクリーンをTVセットに実装して比較評価した。比較例2の背面投射型スクリーンでは、画面下部にゴーストが観察されたが、実施例2の背面投射型スクリーンではそれが観察されなかった。

本発明によれば、フレネルレンズシートにおいて、迷光が生じる所定の領域に設けられたプリズムの高さが、他の領域におけるプリズムの高さよりも高いか、当該プリズムの幅が狭く形成されているので、本来迷光となってしまう入射光を全反射面に到達せしめることができ、その結果迷光が生じることを防止することができる。

請求の範囲

1. 光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートにおいて、各々が、複数のプリズムを有する複数のプリズム群を備え、各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、所定領域内のプリズムはその高さが他の領域のプリズムの高さより高いことを特徴とするフレネルレンズシート。
2. 所定領域内のプリズムは、その幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とする請求項1記載のフレネルレンズシート。
3. 光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートにおいて、各々が、複数のプリズムを有する複数のプリズム群を備え、各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、所定領域内のプリズムはその幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とするフレネルレンズシート。
4. フレネルレンズシートの光入射面の所定領域は、光源から当該光入射面に入射する光の角度が $35\sim45^\circ$ の領域であることを特徴とする請求項1または3記載のフレネルレンズシート。
5. 所定領域においてプリズムの高さは、光源側の方向に向かって漸次高くなっていることを特徴とする請求項1または2記載のフレネルレンズシート。
6. 所定領域においてプリズムの幅は、光源側の方向に向かって漸次狭くなっていることを特徴とする請求項2または3記載のフレネルレンズシート。
7. 各プリズムは同一の頂角を有することを特徴とする請求項1または3のいずれかに記載のフレネルレンズシート。

8. 各プリズムはその幅が同一となっていることを特徴とする請求項1記載のフレネルレンズシート。

9. 各プリズムは、その高さが同一となっていることを特徴とする請求項3記載のフレネルレンズシート。

10. 所定領域においてプリズムの高さは、光源側の方向に向って漸次高くなっていること、かつ所定領域内においてプリズムの幅は、光源側の方向に向って漸次狭くなっていることを特徴とする請求項2記載のフレネルレンズシート。

11. フレネルレンズシートを有する透過型スクリーンにおいて、
フレネルレンズシートは、光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートであって、
各々が、複数のプリズムを有する複数のプリズム群を備え、
各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、
フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、
所定領域内のプリズムはその高さが他の領域のプリズムの高さより高いことを特徴とする透過型スクリーン。

12. フレネルレンズシートを有する透過型スクリーンにおいて、
フレネルレンズシートは、光入射面と光出射面とを有し、光源からの光が光入射面に入射して光出射面から出射するフレネルレンズシートであって、
各々が、複数のプリズムを有する複数のプリズム群を備え、
各プリズムは入射した光を全反射して光出射面から出射する全反射面を有し、
フレネルレンズシートの光入射面は光源側の所定領域と、その他の領域とに区画され、
所定領域内のプリズムはその幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とする透過型スクリーン。

13. 所定領域内のプリズムは、その幅が他の領域のプリズムの幅より狭いことを特徴とする請求項11記載の透過型スクリーン。

要 約 書

フレネルレンズシートは光入射面と光出射面とを有し、光入射面に、直線上又は円弧状に延びる多数のプリズム群が形成されている。当該プリズム群を構成する個々のプリズムには、入射した光を全反射して観察者側に出射するための全反射面が形成されている。前記フレネルレンズシートの光入射面の所定領域におけるプリズムの高さが、他の領域におけるプリズムの高さよりも高くなっている。